



Bulletin de la Sabix

Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de
l'École polytechnique

64 | 2019

Polytechniciens en Algérie au XIX^e siècle

Le séjour algérien du géomètre Albert Ribaucour (1886-1893) : Travaux publics et mathématiques

Djamil Aïssani et Bernard Rouxel



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/2591>

DOI : 10.4000/sabix.2591

ISSN : 2114-2130

Éditeur

Société des amis de la bibliothèque et de l'histoire de l'École polytechnique (SABIX)

Édition imprimée

Date de publication : 1 décembre 2019

Pagination : 109-126

ISSN : 0989-30-59

Référence électronique

Djamil Aïssani et Bernard Rouxel, « Le séjour algérien du géomètre Albert Ribaucour (1886-1893) : Travaux publics et mathématiques », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 64 | 2019, mis en ligne le 01 février 2020, consulté le 08 septembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/sabix/2591> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/sabix.2591>

Le séjour algérien du géomètre Albert Ribaucour (1845-1893): Travaux publics et mathématiques¹

Djamil Aïssani & Bernard Rouxel***

Au moment où Albert Ribaucour (X 1865, 1845-1893) est chargé du contrôle des travaux du chemin de fer de Béjaïa (ex Bougie) à Beni-Mansour, le 1^{er} juin 1886, il est déjà un mathématicien spécialiste de géométrie différentielle très connu dans les milieux scientifiques européens. En effet, il avait obtenu en 1877 le prix Dalmont de l'Académie des sciences de Paris et un prix de l'Académie royale de Belgique en 1880.

L'utilisation de la correspondance de Ribaucour (Bibliothèque de l'École polytechnique, Bibliothèque de l'Institut et Bibliothèque de l'Université de Liège) permet de suivre avec précision sa contribution mathématique pendant son séjour algérien, ainsi que de situer ses travaux d'ingénieur à Philippeville (Skikda) et à Bougie (Béjaïa): construction de l'hôtel des postes, de l'ex-sous-préfecture, d'un pont de 36 mètres d'ouverture, d'un quai du port et réutilisation de l'aqueduc romain de Toudja,...



Portrait d'Albert Ribaucour dans sa jeunesse.

Photographie anonyme.

©Collections École polytechnique (Palaiseau).²

* Société savante GEHIMAB & équipe de recherche HiSET, CNRPAH Alger.

** Université de Bretagne occidentale, Brest.

1. Les auteurs remercient pour leur contribution Mme Claudine Billoux, du service des Archives de l'École polytechnique (Palaiseau, France), M^{me} Jeanne Peiffer, ainsi que M. Abdelkader Boumessila (président directeur général de l'Entreprise portuaire de Béjaïa, Algérie en 1997).

2. [[[Archives de l'École polytechnique, IX RIBAUCOUR/5]]].

Le destin de ces deux villes est d'ailleurs tout à fait différent, même si elles avaient toutes deux accueilli le géomètre Eugène Dewulf (X 1851, 1831-1896) dans les années soixante³⁻⁴. Ainsi, la fondation de Philippeville, dans la baie de Stora, près de l'antique cité romaine de Rusicada, est intervenue au tout début de la colonisation (1838). Ce chantier était motivé par des raisons militaires et commerciales. Il y avait notamment nécessité de mettre la ville de Constantine en communication avec la mer « par la voie la plus courte et la plus sûre »⁵. En revanche, la ville de Bougie avait été à l'époque médiévale l'un des centres culturels et scientifiques les plus dynamiques du Maghreb⁶. C'est notamment dans cette cité que le célèbre mathématicien italien Léonardo Fibonacci (1170-1240) s'initia au système de numération, aux méthodes de calcul et aux techniques commerciales des pays de l'Islam⁷. Il en est de même du philosophe catalan Raymond Lulle (1235-1315), qui y « disputa » avec les savants de la ville⁸. En 1808, François Arago (X 1803, 1786-1853) y séjourna après avoir mesuré le méridien terrestre⁹.

Albert Ribaucour et son œuvre : travaux publics et mathématiques

Albert Ribaucour (X 1865, Lille 1845 - Philippeville 1893) entre à l'École polytechnique en 1865 au 17^e rang sur 140. Il fait carrière en tant qu'ingénieur des Ponts et chaussées et

fait notamment preuve d'ingéniosité lors de la construction et de l'exploitation du bassin de décantation de Saint-Christophe près de Marseille, par la mise en place d'un système de déversoir à siphon à amorçage automatique. Il construit également un pont suspendu à trois travées de cent mètres chacune sur la Durance à Mallemort. Ces réalisations lui vaudront la Légion d'honneur en 1884 et une médaille d'or à l'Exposition universelle de 1889.

Albert Ribaucour a été en correspondance avec des géomètres de première importance tel Gaston Darboux (1842-1917). Celui-ci, successeur en 1880 de Michel Chasles (X 1812, 1793-1880), puis élu à l'Académie des sciences de Paris en 1884, apparaît à l'époque comme la figure centrale de la géométrie en France. Les recherches de Ribaucour lui feront également rencontrer le mathématicien norvégien Sophus Lie (1842-1899), ce qui lui permettra de présenter ses travaux à l'Académie des sciences de Christiania. Par ailleurs, ses origines polytechniciennes lui vaudront des relations suivies avec Eugène Charles Catalan (X 1833, 1814-1894) de l'Université de Liège¹⁰, le géomètre cinématicien Amédée Mannheim (X 1848, 1831-1906) et Edmond Nicolas Laguerre (X 1853, 1834-1886). L'illustre géomètre italien Luigi Bianchi (1856-1928) le tenait en haute estime. Son œuvre était également bien connue des savants allemands Julius Weingarten (1836-1910) et Felix Klein (1849-1925). Il entretient aussi une correspondance suivie avec Eugène

3. [Aïssani 1996a] (Ndlr: dans cet article comme dans le reste du bulletin, les références entre crochets correspondent à la bibliographie donnée en fin d'article).

4. Eugène Dewulf était en poste à Skikda en 1872, au moment où il contribue à la fondation de la Société mathématique de France.

5. Ainsi, le 17 novembre 1838, le journal le Moniteur pouvait annoncer la fondation de cette ville dans les termes suivants : « Le Roi, sur la proposition du ministre de la Guerre, a décidé que la ville qui s'élève sous le Fort de France, rade de Stora, porterait le nom de Philippeville » [Le Moniteur, 17 novembre 1838].

6. La ville se nommait Bugia en italien et en espagnol, Bgayet en Berbère, Buzea en latin. Elle a notamment donné son nom aux « bougies » (les petites chandelles).

7. [Aïssani, 1994].

8. [Aïssani, 1996a].

9. [Aïssani, 2000].

10. Ndlr: voir le bulletin de la SABIX n° 57 dédié à Eugène Catalan: <https://journals.openedition.org/sabix/1856>

Cosserat (1866-1931), astronome à l'Observatoire de Toulouse, avec Pierre Victor Rouquet (1840-1884) qu'il a connu à Marseille et avec Eugène Dewulf. Ce dernier, dans une lettre à Luigi Cremona (1830-1903) écrit: « M. Ribaucour, dont vous connaissez les travaux sur la théorie analytique des surfaces, grand admirateur de MM. Delfino Codazzi (1824-1873) et Eugenio Beltrami (1835-1900), m'a écrit pour me prier de lui prêter votre statique graphique. Je sais qu'elle n'a pas été imprimée, mais vos élèves ont fait lithographier vos leçons; ne serait-il pas possible de m'en trouver un exemplaire, cela me ferait le plus grand plaisir »¹¹.

Les travaux de Ribaucour concernent les congruences de droites, de cercles et de sphères, ainsi que la théorie des surfaces minimales. Il utilise systématiquement une méthode qu'il a mise au point assez tôt: la méthode du repère mobile.

Ribaucour et le repère mobile

On parle fréquemment du trièdre de Darboux et quelquefois du trièdre de Darboux-Ribaucour. Il semble que Ribaucour ait été en possession de cette méthode dès 1870. On trouve une trace plus précise dans une notice écrite par Ribaucour sur ses travaux: « des recherches qu'il nous reste à résumer peuvent être considérées comme différents chapitres d'une sorte de géométrie dont les opérations s'effectuent autour d'une surface de référence; ainsi étendue, la théorie des surfaces permet d'aborder souvent avec avantage un grand nombre de questions nouvelles. Cette géométrie comme la géométrie cartésienne a ses formules fondamentales... Ne les ayant consignées nulle part, nous croyons devoir les

insérer dans cette notice... ». Cette méthode du repère mobile, qu'il baptise « périmorphie » fut l'objet d'un cours que Ribaucour fit à la Faculté des sciences de Marseille et se trouve exposée dans son *Mémoire sur la théorie générale des surfaces courbes*¹² et dans son *Mémoire sur les elcosoïdes*¹³. A la même période, Darboux écrit: « Mais je dois signaler comme offrant le plus d'analogie avec les méthodes suivies dans cette partie de mes leçons, celles que Ribaucour a développées d'une manière plus ou moins complète dans plusieurs de ses travaux et qui se trouvent exposées d'une manière détaillée sous le nom de périmorphie... Toutefois, M. Ribaucour ne considère que des coordonnées curvilignes rectangulaires, il ne donne pas de définition cinématique des quantités qui entrent dans ses formules. Au fond, M. Ribaucour a employé la théorie des mouvements relatifs, mais sans le dire explicitement et sans utiliser toutes les ressources que présente cette théorie »¹⁴. En fait, Darboux a une conception cinématique du repère mobile, ce que souligne Maurice d'Ocagne (X 1880, 1862-1938): « On sait la merveilleuse extension qu'a depuis lors prise la méthode du trièdre mobile entre les mains de M. Darboux, qui ayant eu de son côté la conception, mais en la faisant reposer sur la théorie des mouvements relatifs et en dégagant la signification cinématique... Ainsi, l'honneur n'est-il pas mince pour Ribaucour d'avoir su forger cet outil sous sa forme originale et de s'en être servi dès l'abord avec une si remarquable habileté »¹⁵. Plus tard, en 1904, Darboux concédera « il semble qu'aujourd'hui on se rallie à une méthode mixte dont l'origine se trouve dans les travaux de Ribaucour sous le nom de périmorphie. On conserve les axes rectangulaires de la géométrie analytique, mais en les rendant mobiles et en les ratta-

11. [Dewulf, 1877, 48].

12. [Ribaucour, 1891a].

13. [Ribaucour, 1881].

14. [Darboux, 1889, 371].

15. [D'Ocagne, 1913, 67-68].

chant de la manière qui paraît la plus comode au système que l'on veut étudier »¹⁶⁻¹⁷.

Le repère mobile avait déjà intéressé quelques géomètres pour la théorie des courbes gauches. Les formules relatives aux courbes gauches furent publiées par Joseph Alfred Serret (X 1838, 1819-1885) dans le Journal de Liouville¹⁸ avec une application de ces formules aux courbes de Joseph Bertrand (X 1839, 1822-1900). Ces formules avaient été trouvées de manière indépendante en 1847 par Jean Frédéric Frenet (1816-1900), ainsi que ce dernier le rappelle dans une note de son recueil d'exercices sur le calcul infinitésimal dans le « traité de calcul différentiel » de M. Bertrand. Ces formules sont désignées sous le nom de formules de M. Serret. C'est là une dénomination erronée, comme l'a reconnu M. Bertrand lui-même¹⁹⁻²⁰.

notes aux *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences de Paris*²¹. Par système cyclique (baptisé ainsi par Ribaucour), on entend une famille de cercles de l'espace, dépendant de deux paramètres (congruence de cercles) et orthogonaux à une infinité de surfaces. On est ainsi dans le cadre des systèmes triples orthogonaux de surfaces (familles de Lamé). Ribaucour établira les équations aux dérivées partielles liées aux systèmes cycliques et obtiendra de nombreux théorèmes qui sont devenus classiques et publiés rapidement par Darboux dans ses *Leçons sur la théorie générale des surfaces*²². Par exemple, « Lorsque les cercles d'une congruence sont normaux à plus de deux surfaces, ils sont normaux à une infinité de surfaces sur lesquelles les lignes de courbure se correspondent et qui constituent par suite une des trois familles d'un système orthogonal »²³.

Les systèmes cycliques

La notion de système cyclique apparaît dans les travaux de Ribaucour dès 1870 dans des

Ribaucour donna aussi des méthodes pour construire des systèmes cycliques : « Etant donné un système triplement orthogonal de surfaces, si l'on considère les cercles osculateurs des trajectoires d'une famille tout le long d'une surface normale à ces courbes, tous les

16. [Darboux, 1904, 253].

17. On peut sur ce sujet citer des références plus récentes. Par exemple, l'opinion de l'académicien géomètre René Garnier (1887-1984) qui nous écrivait le 20 octobre 1976 : « Oui ! Ribaucour a été méconnu ; son œuvre est celle d'un pionnier ; il a ouvert une voie dont nous connaissons aujourd'hui l'importance. Ouvrez le livre d'Elie Cartan (1869-1951) sur la théorie des groupes finis et continus de la géométrie différentielle traitée par la méthode du repère mobile. Le premier mot de l'introduction est... le nom de Ribaucour ». Plus récemment, l'auteur de l'article « Ribaucour » dans le « *Dictionary of Scientific Biography* », D.J. Struik (1894-2000), nous confiait le 04 avril 1982 : « Il est bon de reconnaître que Ribaucour est le vrai « père » du trièdre mobile appliqué à une surface, quoique l'idée était « dans l'air ». ».

18. [Serret, 1851].

19. [Rapport sur les progrès plus récents de l'analyse mathématique, 1867, 27].

20. Le théorème cité dans le texte et qui, sauf la notation algébrique, a été donné en 1847 par l'auteur du recueil en question dans une thèse imprimée ; le travail de M. Serret sur ce point n'a paru que trois ans plus tard. De plus, un développement de la thèse renfermant ces formules et plusieurs de leurs conséquences avait été mis, dès la fin de 1847, entre les mains de l'illustre rédacteur du Journal de mathématiques [Frenet, 1873, 185]. L'application de la méthode du repère mobile à la théorie des surfaces avait attiré en 1874 l'attention de Charles Brisse (X 1864, 1843-1898) [Brisse, 1874, 87]. Mais déjà, dans un article peu connu, Frenet dès 1853 avait exposé les éléments d'une théorie du repère mobile concernant les surfaces [Frenet, 1853] (voir également [Verdier, 2008]). Ce qui est encore moins connu, c'est la contribution de géomètres estoniens de l'Université de Tartu (Estonie, anciennement Dorpat), qui nous a été signalée récemment par Ülo Lumiste (né en 1929, Académie des sciences d'Estonie). Il s'agit de l'ouvrage de Carl Eduard Senff (1810-1850) publié en 1831 : *Theoremata principalia e theoria curvarum et superficierum* [C. E. Senff, 1831] dans lequel, pour la première fois, le repère mobile « *variable axium systema* » est introduit dans l'étude des courbes gauches. En fait, les formules exposées par Senff proviennent de travaux du maître de celui-ci, le professeur Johann Martin Christian Bartels (1769-1836) et sont enseignées en Estonie sous le nom de formules de Bartels-Frenet [Lumiste, 1987].

21. Ndlr : Dans la suite de cet article, ceux-ci seront désignés de manière abrégée comme « Comptes rendus ».

22. [Darboux, 1887, 1889, 1894 et 1896].

23. [Darboux, 1889, 330].

cercles donnent naissance à un système cyclique, c'est à dire qu'ils sont eux-mêmes normaux à une infinité de surfaces »²⁴.

Cet intérêt pour les systèmes de cercles n'est pas nouveau chez Ribaucour qui, depuis quelques années avant 1870, publie régulièrement des articles sur ce sujet dans le *Bulletin de la Société philomatique de Paris*. Les méthodes utilisées par Ribaucour – repère mobile et utilisation des imaginaires – (développées par son ami Edmond Laguerre) seront à l'origine du développement de la géométrie conforme où s'illustreront des géomètres tels que Cosserat, Gustave Darboux (1848-1919), Alphonse Demoulin (1869-1947) et Jules Lebel (1863-1945). Vers 1875, Ribaucour s'intéressera l'un des premiers aux points focaux des congruences de cercles, ce qui lui fournira une caractérisation des congruences isotropes.

Les principaux résultats sur les systèmes cycliques sont exposés dans un mémoire présenté à l'Académie des sciences de Paris, pour lequel il recevra le prix Dalmont. Ce mémoire, écrit en 1876 à Draguignan, ne sera publié qu'en 1891 dans le *Journal de mathématiques pures et appliquées*²⁵. Le paragraphe 125 de ce mémoire présente un intérêt particulier. Ribaucour y étudie les systèmes où tous les cercles sont identiques et arrive au résultat suivant: « On peut construire un système cyclique où tous les cercles sont identiques; la surface enveloppe de leurs plans coïncide avec le lieu de leurs centres, elle est applicable sur la surface de révolution qui a pour méridienne la tractrice »²⁶. On a là le premier exemple de transformation de Albert Victor Backlund (1845-1922)²⁷. Bianchi dans son *Mémoire sur*

*la théorie des transformations des surfaces applicables sur les quadriques générales*²⁸ écrit, « Dans la transformation de Backlund, la surface primitive et sa transformée sont les deux nappes de la surface focale d'une congruence (congruence pseudo sphérique), caractérisée par la propriété d'avoir constants à la fois, sur chaque rayon de la congruence, la distance des foyers et l'angle des plans focaux. Toute surface pseudo sphérique (et c'est là la source des transformations) appartient, comme première nappe de la surface focale, à une double infinité de congruences pseudo sphériques: les deuxièmes sont alors les transformées (de Backlund) de la surface primitive »²⁹. Bianchi reconnaît que « c'est dans ma thèse d'habilitation de 1879... que j'ai exposé cette méthode de transformation des surfaces pseudo-sphériques, ou à courbure constante négative. J'ignorais alors que Ribaucour, en 1870, avait déjà énoncé une proposition générale concernant les systèmes cycliques à rayon constant, qui contenait mes résultats, bien que Ribaucour n'ait pas poursuivi les conséquences de sa proposition, comme méthode de transformation »³⁰. Darboux déjà dans le tome 3 de ses *Leçons sur la théorie générale des surfaces* écrit « c'est à M. Backlund que l'on doit la transformation que nous venons d'étudier. Malheureusement, elle se ramène, comme nous l'avons déjà remarqué, à une combinaison des deux transformations différentes que nous devons à M. Lie et à M. Bianchi [...] mais il est juste de le remarquer, les propositions sur lesquelles s'appuyait M. Bianchi étaient virtuellement connues et avaient été énoncées en 1870 sous une autre forme par M. Ribaucour »³¹.

24. [Ribaucour, 1891a, 231].

25. [Ribaucour, 1891a].

26. [Ribaucour, 1891a, 256].

27. [Backlund, 1883].

28. [Bianchi, 1907].

29. [*Ibid.*, 1907, 2].

30. [*Ibid.*, 1907, 1].

31. [Darboux, 1894, 438 et 423].

Les relations tendues entre Ribaucour et Darboux

C'est à propos des systèmes cycliques que se tendirent les relations entre Darboux et Ribaucour. Déjà en 1868, dans une note aux *Comptes rendus, Sur une propriété des surfaces enveloppes de sphères*, Ribaucour écrit : « M. Darboux a présenté une note relative aux surfaces orthogonales par laquelle il montre qu'étant donné un système de surfaces se coupant à angle droit on peut toujours en déduire une infinité... J'étais arrivé de mon côté au même théorème avant que M. Darboux eût publié son travail »³². La réponse de Darboux arrive vite dans une autre note : « ... Je saisis cette occasion pour déclarer que le théorème... dont M. Ribaucour avait bien voulu s'occuper n'est pas nouveau, il avait été publié par M. Charles Combe (X 1818, 1801-1872) dans les Annales de l'E.N.S »³³. Il semble que ce genre de réclamation était chose courante à l'époque. Citons cet échange entre Bonnet et Catalan par *Comptes rendus* interposés. « M. Catalan ne semble pas avoir eu connaissance de ce travail... »³⁴, ce à quoi ce dernier réplique en 1855 : « Je croirais manquer de respect à l'Académie si je l'entretenais plus longtemps des attaques et des insinuations de M. Pierre-Ossian Bonnet » (X 1838, 1819-1892)³⁵. Certes, Catalan avait un caractère assez vif, n'avait-il pas été renvoyé deux fois de l'École polytechnique, la première fois comme élève en 1834 pour insubordination, puis comme examinateur en 1850 « pour avoir refusé d'assister, dans le cadre de ses fonctions, à un cours qu'il juge détestable »³⁶. Ainsi, il n'est pas étonnant qu'il ait aussi été confronté à

Darboux en 1870 : « A peine ai-je besoin de déclarer que je ne suis animé d'aucun esprit de dénigrement à l'égard de M. Darboux ; nul plus que moi ne reconnaît le mérite de ce jeune et déjà célèbre géomètre... Les formules ne sont pas nouvelles, je les ai trouvées, ce qui n'était pas difficile en 1868 »³⁷. C'est probablement à ce genre de controverse que Ribaucour fait allusion dans une lettre à Catalan de 1882 : « Monsieur et cher camarade... je suis obligé de retarder mes publications répondant aux dernières de M. Darboux qui a toujours besoin de reboutements semblables, vous le savez »³⁸.

Les onze lettres de Ribaucour à Darboux conservées à la Bibliothèque de l'Institut marquent un changement dans leurs relations. En 1882, Ribaucour écrit : « C'est M. Lie le premier qui m'a parlé du grand éloge que vous faisiez de moi »³⁹ ; puis en 1887 de Philippeville, à l'occasion de la parution du premier volume des *Leçons sur la théorie générale des surfaces de Darboux* : « Je vous remercie de l'envoi de votre beau livre sur les surfaces, je n'ai pas été peu effrayé d'y trouver mon nom en deux passages en très noble compagnie. J'ai constaté que vous m'aviez fort bien traité et que vous vous préparez à me remettre en scène à propos des systèmes cycliques »⁴⁰. Ceci aura lieu pour le deuxième tome en 1888. Le troisième tome paraît en 1894, mais Ribaucour en a déjà reçu les premières feuilles dès 1891 et il écrit à Cosserat de Philippeville le 29 Mai : « Figurez-vous que Darboux m'a envoyé le 2^e fascicule de la 3^e partie de son livre et que je l'ai reçu hier matin. Naturellement, je me suis précipité sur le théorème sur les systèmes

32. [Ribaucour, 1868, 1334].

33. [Darboux, 1869, 392].

34. [Bonnet, 1855, 1057].

35. [Catalan, 1855, 1155].

36. [F. Jongmans, 1981, 288].

37. [Catalan, 1870, 50].

38. [Catalan, Archives de la Bibliothèque de l'université de Liège, Lettre du 07 juin 1882].

39. [Bibliothèque de l'Institut, Lettre du 23 juillet 1882].

40. [Bibliothèque de l'Institut, Lettre du 06 août 1887].

cycliques : je l'ai trouvé à la page 354, mais j'ai trouvé au § 762 l'analogie de la propriété par laquelle je terminais la précédente lettre, avec une forte variante dont vous apprécierez l'importance. Darboux, qui n'a pas l'air sûr de ce qu'il pense, dit qu'il va généraliser la notion de système cyclique... Maintenant que j'ai reçu le bouquin de Darboux, je vais répondre à celui-ci en lui disant ce qu'il sait bien, soit qu'il a corrigé une erreur de signe dans mon mémoire et qu'il est resté en route au § 762. Enfin, je lui donnerai le théorème sur la correspondance des trajectoires des systèmes cycliques. »⁴¹. Il revient en 1891 sur le même sujet parlant de « l'inanité du théorème de Darboux et la recherche du véritable énoncé à lui substituer... Je ne prétends pas avoir débrouillé complètement le chaos, mais il me semble voir le crépuscule, et Darboux ce me semble aura énoncé : 1° un théorème faux, 2° après rectification une simple correction. Je vous en prie, méditez tout ceci afin de nous débrouiller du gâchis au plus vite, car ce n'est pas la peine de laisser Darboux rectifier ses affaires, les fondre etc. etc. Je veux bien admettre que je me suis trompé, mais pourtant... »⁴².

Ribaucour écrit alors à Darboux : « Comme vous le prévoyiez, j'ai lu avec intérêt (émotion vaudrait mieux) votre théorème sur les systèmes cycliques qui devrait être à moi depuis bien longtemps (1870 au moins) si, comme je vous l'ai crayonné l'an dernier place St Michel, je n'avais pas écrit $\Sigma^2 + R_1 R_2 = 0$ là où il faut $\Sigma^2 - R_1 R_2 = 0$ »⁴³ (cette rectification tardive avait été faite sur le *Mémoire sur la théorie des surfaces*⁴⁴ corrigeant ainsi une faute de signe du manuscrit de 1876).

Ainsi, Ribaucour pensait que Darboux s'était approprié un résultat sur la génération des systèmes cycliques les plus généraux qu'il

pensait lui appartenir. Ce résultat lui avait toutefois échappé à cause d'une erreur de signe qu'il avait signalée, mais Darboux semble-t-il avoir été plus rapide !

Ribaucour fait paraître alors immédiatement (17 et 24 août 1891) deux notes aux *Comptes rendus* sur les systèmes cycliques (présentées par Felix Tisserand (1845-1896) et non par Darboux). Ce sont des notes de mise au point sur les résultats qui lui appartiennent : « Plusieurs géomètres s'étant occupés récemment des congruences formées par des cercles orthogonaux à des surfaces, je crois utile de revenir sur une Communication faite à l'Académie le 14 février 1890 au sujet de ces congruences que j'ai appelées systèmes cycliques... J'ai donné en 1870, l'équation différentielle d'un système cyclique en fonction des éléments de la surface (S), touchant les plans des cercles du système, et montré qu'elle était indépendante de la forme de cette surface (S). M. Darboux a récemment fait remarquer que cette équation différentielle coïncide avec celle à laquelle satisfait la distance des points d'une surface à un point de l'espace. Une faute de signe commise en donnant l'interprétation géométrique de l'équation différentielle m'avait en 1890 masqué ce résultat⁴⁵.

Ribaucour eut toutefois la satisfaction de voir ses travaux appréciés par le géomètre italien Bianchi avec qui il entre en contact en 1893, peu de temps avant son décès à Philippeville. On trouve dans les œuvres complètes de Bianchi deux lettres de Ribaucour : « Monsieur, depuis très longtemps je désirais entrer en relation avec vous, surtout depuis que vous prenez si aimablement le soin de me citer à tout propos et de donner mon nom à certains éléments géométriques que les Français emploient en taisant systématiquement

41. [Bibliothèque de l'École polytechnique, Lettre du 29 mai 1891].

42. [Bibliothèque de l'École polytechnique, Lettre du 10 juillet 1891].

43. [Bibliothèque de l'Institut, juillet 1891].

44. [Ribaucour, 1891].

45. [Ribaucour, 1891, 304 & 306].

qu'ils sont miens »⁴⁶. Plus tard, Rouquet, professeur à l'université de Toulouse et ami de Ribaucour, écrit en 1902 à Bianchi: « J'ai appris avec plaisir, ce qui crée entre nous un nouveau lien, que vous aviez connu mon ami très regretté Ribaucour, dont vous avez développé souvent les idées avec tant de succès, lui rendant ainsi une justice qu'il n'a pas toujours rencontrée chez ses compatriotes »⁴⁷.

Le dernier mémoire de Bianchi, paru l'année de sa mort en 1928, porte un titre éloquent: *Congruence di sfere di Ribaucour e superficie di Peterson*. Il débute par « sistemi doppiamente infinite di sfere, nelle cui due falde dell'involuppo, suppose distinte, si corrispondon le linee di curvatura, furon introdotti in geometrie (colla teoria di sistemi ciclici) da Ribaucour e portan appunto il nome di: congruence di sfere di Ribaucour »⁴⁸.

Ribaucour a laissé son nom à une catégorie de courbes planes particulières qui ont en tout point le rayon de courbure proportionnel à la longueur de la normale en ce point. Le problème de la détermination de telles courbes avait déjà été résolu par Jean Bernoulli (1667-1748) et Nicolas Bernoulli (1687-1759), et elles avaient encore été étudiés par Bonnet en 1844 dans *le Journal de Liouville*. C'est pourquoi sur ce problème classique Ribaucour écrit: « Cherchons les courbes planes (0) pour lesquelles le rayon de valeur R est égal au produit de la normale comptée jusqu'à la rencontre d'une droite DD', par un coefficient n arbitraire, mais constant. Bien que le problème soit résolu dans tous les traités, il convient pour notre objet d'en donner une solution fort simple »⁴⁹. En fait, ces courbes interviennent de façon naturelle, comme le montre Ribaucour, dans la recherche des surfaces minimales à lignes géodésique planes.

En revanche, Ribaucour a été moins bien traité en ce qui concerne certains résultats sur la théorie des congruences de droites. Gheorge Tzitzeica (1874-1939) explique dans son ouvrage sur la géométrie différentielle projective des réseaux: « La propriété qui conduit à la notion de congruences W, notion capitale dans la géométrie différentielle moderne, a été découverte par Ribaucour. Il a prouvé que la condition nécessaire et suffisante pour qu'une surface soit W est que sur les deux nappes de la congruence formée par les normales de la surface, il y ait correspondance entre leurs lignes asymptotiques. C'est M. Bianchi qui a donné le nom de congruence de Weingarten ou congruence W à toute congruence de droites telle qu'il y ait correspondance entre les lignes asymptotiques de deux surfaces focales. Il aurait été peut-être plus juste d'appeler ces congruences d'après le nom du géomètre qui a trouvé la propriété caractéristique »⁵⁰. Toutefois, le nom de Ribaucour sera donné aux congruences de droites dont les développables découpent un réseau conjugué sur la surface moyenne.

Les conditions de travail contraignantes de Ribaucour en Algérie

C'est le premier juin 1886 qu'Albert Ribaucour est affecté en Algérie. Les contraintes du service des Ponts et chaussées, tant à Skikda qu'à Béjaia, lui laissent peu de temps à consacrer aux mathématiques. C'est ainsi qu'il écrit en 1891 à Cosserat: « J'ai une besogne effroyable et pourtant, que je voudrais être libre pour reprendre mes recherches qui allaient maintenant toutes seules »⁵¹.

46. [Ribaucour: Bianchi œuvres].

47. [Rouquet: Bianchi œuvres].

48. [Bianchi, 1928, 1].

49. [Ribaucour, 1882, 158].

50. [Tzitzeica, 1923, 259].

51. [Bibliothèque de l'École polytechnique, Lettre du 27 septembre 1891].

1. *Les conditions de la recherche en Algérie*

En 1996⁵², nous avons soulevé la question des conditions de la recherche mathématique en Algérie au XIX^e siècle. La correspondance de Ribaucour renferme des éléments intéressants. Ainsi, dans une lettre adressée de Philippeville à Emile Sarrau (X 1857, 1837-1904), il écrit qu'il sait bien « qu'il n'est plus dans le train que l'on regarde »⁵³. Sa démarche est claire : « Me fondant sur la providence pour l'adaptation éventuelle de mes possibilités d'investigation avec celles fort assujetties que permettraient mon service, ma santé et les autres circonstances »⁵⁴.

Ainsi, il se proposait de « faire hommage » des idées d'Amédée Courbet (X 1847, 1827-1885)⁵⁵ à l'association française AFAS, lorsqu'elle se réunirait (vers Pâques 1888) à Oran.

Albert Ribaucour a toujours « de très grandes préoccupations de service ». Ceci ne l'empêche pas d'exposer à Mannheim la démonstration complétant la remarque de ce dernier sur la transformation simple que Sarrau lui avait indiqué. Il écrit dans une lettre datée de Philippeville : « je voudrais pourtant bien trouver quelques semaines pour écrire deux notes, l'une et l'autre sur la correspondance des asymptotiques. Le théorème de Koenigs (1858 – 1931) sur la perspective plane des asymptotiques est infiniment plus général, et j'ai donné dans le mémoire (Jordan) les perspectives planes de toutes les asymptotiques sans le savoir »⁵⁶.

La correspondance de Ribaucour prouve que les problèmes mathématiques étaient éga-

lement la préoccupation des ingénieurs en Algérie. Ainsi, dans une lettre datée du 12 avril 1893, l'ingénieur en chef des Ponts et chaussées d'Oran écrit à Ribaucour « qu'il a étudié son problème » et « qu'il croit être arrivé à établir validement que la recherche des lignes géodésiques d'une surface est un problème entièrement équivalent à celui qui consiste à chercher les surfaces dont l'élément linéaire peut être ramené à la forme de Liouville par un certain système de courbes coordonnées, que ce soit ou non celui des lignes de courbures ». En d'autres termes, on n'intégrera les lignes géodésiques que sur les surfaces en question et non sur d'autres. Il demande alors à Ribaucour « si cela est exact ? », puis ajoute : « si cela vaille la peine d'être dit, voulez-vous que je vous mette la démonstration au net ? »⁵⁷.

2. *Les recherches interrompues*

Les résultats de Ribaucour sur les systèmes cycliques avaient déjà retenu l'attention de Bianchi. Rappelons ici cet écrit de Ribaucour à Bianchi en 1893 : « Vous prenez si aimablement le soin de me citer à tout propos et de donner mon nom à certains éléments géométriques que les Français emploient en taisant systématiquement qu'ils sont miens »⁵⁸. Les recherches de Ribaucour, combinées à des travaux de géométrie cinématique (dans lesquels il faut sans doute voir l'influence de Mannheim) furent interrompus par son décès prématuré en 1893. L'Académie des sciences de Paris lui décernera à titre posthume le prix Petit d'Ormoy en 1895.

52. [Aissani, 1996a].

53. [Bibliothèque de l'École polytechnique, lettre de février 1888].

54. [*Ibid.*]

55. Dans une lettre adressée à Ribaucour, Courbet lui annonce que l'adoption du lemme (de Ribaucour) dans son cours est chose acquise et qu'il serait désirable qu'il aille beaucoup plus loin dans la même voie. Ribaucour demande alors à Sarrau si les idées de Courbet présentent quelque intérêt. Il affirme que « faire un progrès important à la théorie du mouvement des corps solides dans l'espace » est une question qui l'a souvent préoccupé. Il a démontré que les deux droites solidaires (remplaçant dans l'espace le centre instantané de rotation dans le plan) se rencontraient toujours, le lieu de leur rencontre, dans le corps et dans l'espace, construit une roulette et une base qui sont applicables éléments à éléments l'un sur l'autre.

56. [Bibliothèque de l'École polytechnique, Lettre du 02 mars 1892].

57. [Bibliothèque de l'École polytechnique, Lettre du 12 avril 1893].

58. [Bibliothèque de l'École polytechnique, Lettre du 27 avril 1893].

Les travaux de Ribaucour en tant qu'ingénieur des Ponts et chaussées en Algérie

1. Albert Ribaucour au service ordinaire et maritime à Skikda

Nommé ingénieur en chef, Albert Ribaucour est affecté le premier juin 1886 à Skikda (Algérie), au service ordinaire et maritime. Son apport à la construction du port de Skikda est essentiel. A titre d'exemple, il démontre la stabilité très suffisante du talus nord de la grande jetée depuis 1886⁵⁹. Deux coups de mer particulièrement violents ont confirmé la conclusion. De même, la municipalité de Philippeville se rallie à un de ses projets et comportant les prémisses suivantes :

- 1° comblement de la petite darse ;
- 2° reliage par voies directes des voies de quai aux voies de la gare de Paris-Lyon-Méditerranée ;
- 3° transport de la gare des marchandises sur les terre-pleins du port et localisation du boulevard maritime à l'Ouest de la gare.

Albert Ribaucour a rédigé les chapitres v et vi du rapport Salva sur le port de Philippeville vers 1891 (probablement avant d'entreprendre la construction du quai du port de Bougie). Le chapitre v comporte des indications relatives aux travaux exécutés approuvés depuis 1885 jusqu'à la fin de 1891⁶⁰. Il comprend également tout un ensemble de détails techniques (illustrés de cartes, de plans et de figures) et des informations précises sur les démarches administratives (avant-projet, avis des commissions, décision

ministérielle, dépenses précises, participation de la chambre de commerce...).

Le chapitre vi concerne les renseignements commerciaux (mouvement de la navigation de 1866 à 1890, mouvement des marchandises, utilisation des quais et terre-pleins, mouvement des voyageurs et des navires, droits de douanes...), illustrés par des tableaux, des graphiques très précis. En particulier cette étude permet de situer les marchandises importées⁶¹ et les marchandises exportées⁶². Il comprend également des informations sur le prix du transport des marchandises⁶³. Le rapport est illustré de très belles gravures de Philippeville en 1845 et en 1891.

Les conclusions significatives auxquelles aboutit cette étude sont purement descriptives (interprétation de graphiques et de tableaux) et ne sont basées sur aucune méthodologie statistique. Cependant, ces conclusions sont tout à fait remarquables pour l'époque, et il est certain que c'est le profil de mathématicien d'Albert Ribaucour qui lui a permis de réaliser cette analyse. A titre d'exemple, l'ingénieur M. Reguis, qui a rédigé la notice du port de Béjaïa, n'a fait que présenter les données correspondantes, sans aucune analyse et conclusion.

2. Application des méthodes de la statistique aux données disponibles

Au vu de la richesse des données, il est possible aujourd'hui d'appliquer des résultats devenus classiques pour tirer des renseignements plus précis. C'est le cas par exemple de plusieurs tests de comparaison :

59. [Ribaucour, 1893, 861].

60. Achèvement du mur d'abri, restauration et consolidation de la jetée à la suite des coups de mer de l'automne de 1885, achèvement de certains quais, modification du système de fondation du quai sud-est, approfondissement de la grande darse, dérochement que motive la fréquentation du port par les navires de guerre, aménagement de l'avant-port, création des voies ferrées et d'un boulevard maritime, conduite d'eau, améliorations urbaines en rapport avec le port.

61. Vins, eaux-de-vie, sucre, café, tabac, viandes, poissons, fromages, bougies, savons, pommes de terre, légumes secs, huiles végétales, farine, riz, tissus, bois, matériaux de construction, houille, fonte, fer, acier, pétrole.

62. Bœufs, moutons, peaux brutes, laine, poissons, blé, orge, farine, fruits, fruits frais, légumes secs et verts, fourrages, drilles, huile d'olive, alfa, liège, écorce, minerais, tabac, vins.

63. Avant la présence du chemin de fer, de 24 à 92 francs la tonne, après le chemin de fer de 12 à 41 francs la tonne.

- ▀ test de Student (vers 1910), qui permet de comparer deux populations indépendantes ;
- ▀ analyse de la variance de Fisher (vers 1920) qui permet de comparer plusieurs populations indépendantes.

On peut également déterminer le lien linéaire éventuel entre certaines de ces variables (régression linéaire simple et multiple) pour faire de la prédiction. Enfin, on peut aussi modéliser par la méthode de Box et Jenkins (vers 1970) et les méthodes de lissage les données chronologiques pour faire de la prévision à long et moyen termes, et ce, afin de justifier l'élargissement du port et le rajout des voies de chemin de fer.

3. Préparation de l'Exposition universelle de 1889

C'est en Algérie qu'Albert Ribaucour prépare sa participation à l'Exposition universelle de Paris en 1889. En effet, il écrit de Philippeville à M. Serrau, membre de l'Institut de France que « dès lors, il faut travailler à son succès et en prendre occasion ». C'est pourquoi, « il ne paraît pas absolument opportun de se lancer dans des recherches mathématiques, alors qu'on a une besogne plus urgente »⁶⁴. Ribaucour va exposer deux modèles vivants, c'est-à-dire susceptibles de fonctionner. Ils auront trait aux siphons-déversoirs automatiques et à la chambre de manœuvre des vannes de Saint-Christophe. Il va y obtenir une médaille d'or.

En 1893, Albert Ribaucour effectue un voyage en Italie. En effet, il étudie une « question très grave » se rapportant à l'emploi du ciment dans les conduites d'eau en charge. Il va à Venise, car « on fait dans cette ville un essai de canalisation de cette nature avec des

charges d'eau de huit mètres ». Il écrit dans la même lettre adressée de Grenoble à Bianchi : « ou plutôt j'étudierai dès que je serais de ce monde »⁶⁵. Par ailleurs, il signale qu'il va également étudier le port de Gênes « en grand détail ».

4. Les chantiers d'Albert Ribaucour à Bougie

Jusqu'en 1846, l'occupation française fut limitée à la ville même en raison de la résistance des tribus de la région⁶⁶. En effet, en ce qui concerne le port, moins d'un an après l'occupation, en juin 1834, M. de Verceil, sous-officier en garnison dans le poste, retenait la sûreté de la rade et signalait que les arsenaux « aujourd'hui détériorés » avaient été les plus importants de la régence. Au début de cette occupation, deux petits débarcadères en maçonnerie furent construits, l'un devant la ville, l'autre dans l'anse de Sidi Yahia, pouvant seule alors offrir un abri contre le vent du nord-est. Au moment de l'arrivée de Ribaucour, le premier n'était plus utilisé alors que l'emploi du second était fort restreint, depuis que la construction de la jetée Abdelkader⁶⁷ avait permis de faire devant la ville les opérations commerciales. En effet, dans la nuit du 11 au 12 avril 1839, un grand ouragan avait causé de nombreux naufrages sur le littoral africain de Bougie à Tabarka. Cependant, c'est en 1869 qu'avaient été faits les premiers travaux pour créer un mouillage devant la ville.

En ce qui concerne la cité, un décret présidentiel du 10 mai 1850 octroyait Bougie au département de Constantine, et un acte impérial quatre ans plus tard l'érigait en commune. Au début des années 1890, Bougie était chef-lieu d'arrondissement du département de Constantine. Son port n'était qu'à l'état d'abri. Il n'y existait ni grue, ni forme

64. [Bibliothèque de l'École polytechnique, Lettre de février 1888].

65. [Bibliothèque de l'École polytechnique, Lettre du 27 mai 1893].

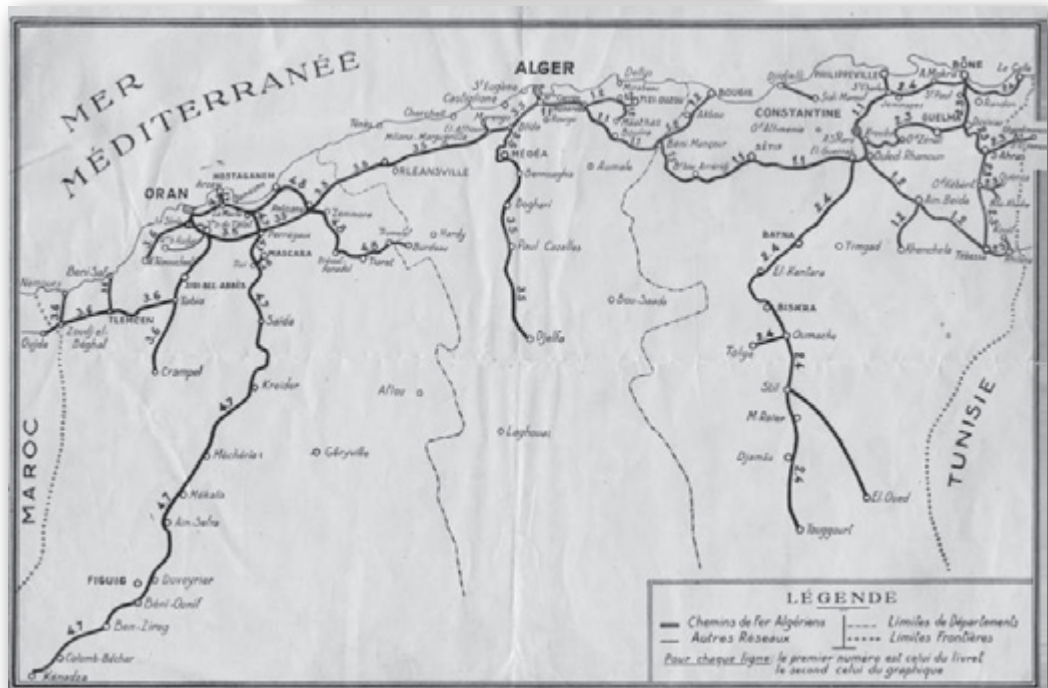
66. La situation avait évolué en 1841 et Alexis de Tocqueville (1805-1859) rendait ainsi compte de sa visite : « Bougie, cité pittoresque... Nous sommes enfermés là comme dans une guérite dont nous ne pouvons nous éloigner... ».

67. Sid Abdelkader an-Nadjar a vécu à Béjaïa au XVII^e siècle. Il était l'un des religieux les plus respectés de son époque.

de radoub, ni grue de carénage, ni docks flottants. Mais le gouverneur général de l'Algérie « voulait refaire l'Afrique romaine », et dès 1885, Paul Bert (1833-1886) spéculait sur l'avenir du port de commerce. La notice de M. Reguis, sous-ingénieur des Ponts et chaussées, contient un certain nombre de renseignements commerciaux et statistiques (mouvement des navires de 1869 à 1890, importations⁶⁸ et exportations⁶⁹, droits de douane, mouvements de voyageurs...). Sa

structure est identique à celle du rapport Salva et Ribaucour. Cependant, il est beaucoup moins documenté et ne contient pas de données techniques⁷⁰.

Dès son arrivée en Algérie, le premier juin 1886, Albert Ribaucour est également affecté au contrôle des travaux du chemin de fer de Bougie à Beni Mansour. Il cessera d'être chargé de ce service le premier septembre 1890 (ce dernier étant supprimé)⁷¹.



L'un des chantiers d'Albert Ribaucour en Algérie: la construction de la voie ferrée Béjaïa – Beni Mansour

68. Les vins, les spiritueux, les tissus, cafés, légumes secs et les matériaux de construction viennent de France; les bois de Suède et d'Autriche, et la houille d'Angleterre.

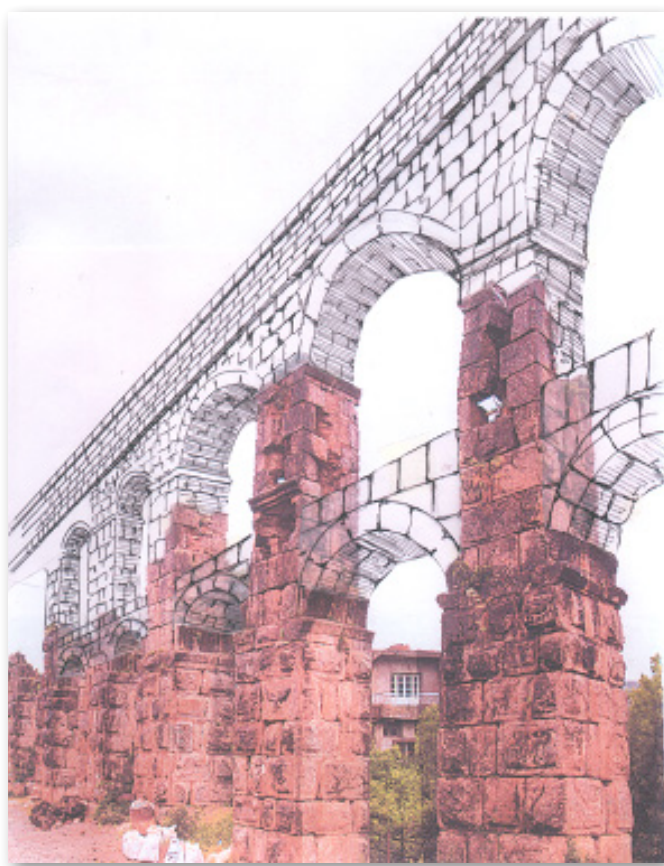
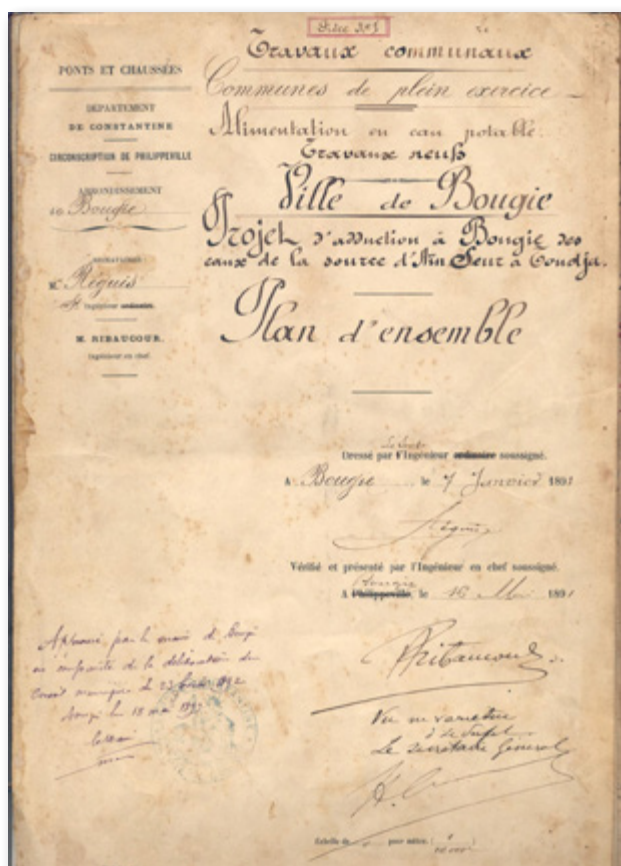
69. Huiles d'olive, figues sèches, caroubes, liège, blé et orge.

70. [Reguis, 1893, 681-694].

71. [Ribaucour, Ministère français de l'intérieur].

La voie ferrée qu'il construit à Sidi Aïch dans la vallée du Sahel met Bougie en relation avec le réseau des chemins de fer du département. Elle permet ainsi de placer le grand marché de Sétif à peu près à égale distance de Philippeville (243 km) et de Bougie (223 km). En effet, l'activité commerciale s'est accrue dans la région depuis 1846 et a augmenté vers 1872 par la création, dans la vallée du Sahel, de sept villages « qui sont en pleine prospérité, et auxquels la voie ferrée a donné

une vie nouvelle »⁷². Rappelons qu'avant la construction de cette voie ferrée, le transport de marchandises en Algérie était excessivement cher. En effet, le coût de transport d'une tonne au kilomètre à dos de mulet était de 0,66 franc. Il était de 0,48 franc en voiture sur route non empierrée et de 0,28 franc en voiture sur route empierrée. Le chemin de fer permettra au prix du transport d'une tonne au kilomètre de descendre à 0,13 franc⁷³.



Rapport établi par Albert Ribaucour pour la réutilisation de l'aqueduc romain de Saldæ (Toudja).

Page de couverture signée de sa main et croquis.

Cet aqueduc avait été construit par l'ingénieur romain Nonius Datus (II^e siècle) dont la devise était « Patientia, Virtus, Spes » (Patience, Courage, Espérance)

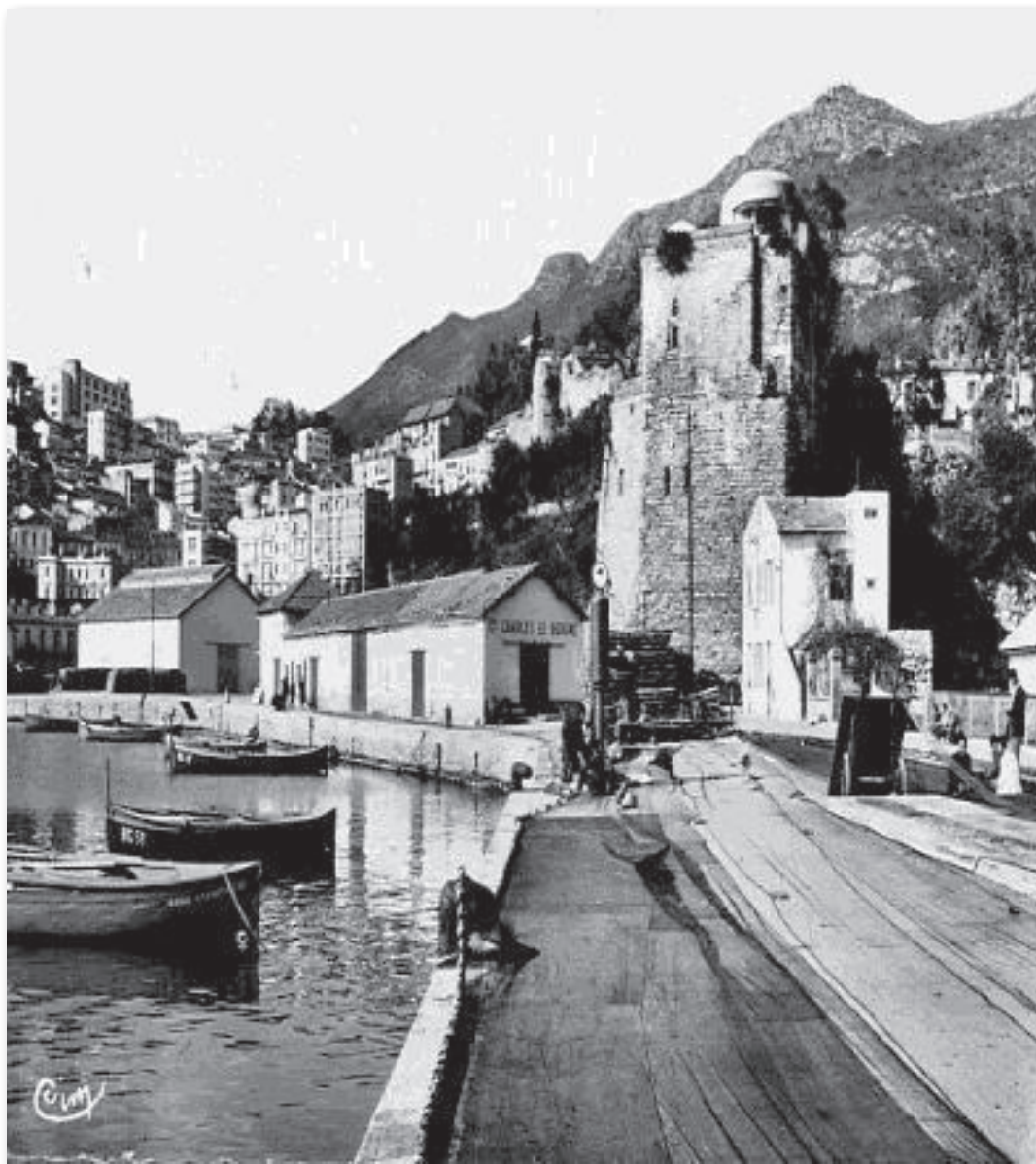
72. [Ribaucour, 1893, 861-932].

73. [Les Ports de l'Algérie – 1^{re} édition].

En 1891, Ribaucour fait à Bougie l'étude d'un pont de 36 mètres d'ouverture, celle d'une sous-préfecture, d'un hôtel des postes, de la réutilisation de l'aqueduc de Saldæ (Toudja) et enfin d'un quai du port. La nécessité de ce dernier projet apparaît dans le journal des travaux du port de Skikda. En effet, il porte la mention suivante: « Le 4 mars 1891 à Bougie, en même temps, le raz de marée s'affir-

mait de la façon la plus évidente, bousculant les navires jusque dans l'anse Abdelkader et causant de nombreuses victimes »⁷⁴.

Aujourd'hui encore, les cartes du port de Béjaïa mentionnent le « Quai Ribaucour », bien que celui-ci ait été rebaptisé après l'Indépendance « Môle Abdelkader ».



Le quai construit par Albert Ribaucour au port de Béjaïa.

74. [Reguis, 1893, 683].

Les écrits de Ribaucour sont susceptibles de contenir des informations intéressantes relatives à la région. Ainsi, dans une correspondance adressée à Mannheim en 1892, Albert Ribaucour écrit: « J'ai appris tout à l'heure qu'on avait tué en Haute Kabylie à Arouled (et par conséquent, sur mes terres, en parlant avec présomption) une panthère. On me garde la peau, je la verrai lors de mon prochain passage à Bougie, et si elle est assez belle, je vous l'enverrai avec un ou deux poignards kabyles »⁷⁵⁻⁷⁶.

Albert Ribaucour a également joué un rôle dans la naissance d'une industrie florissante dans la région de Bougie. Ainsi, Charles de Galland (1851-1923), à la page 13 de son ouvrage sur Bougie, affirme que l'ingénieur en chef des Ponts et chaussées A. Ribaucour « à la suite de nombreuses expériences et d'analyses faites avec le plus grand soin, a constaté que la chaux hydraulique de la baie de Sidi Yahia a la même valeur et possède les mêmes qualités que les calcaires de la vallée du Rhône ». Ces conclusions conduiront à la construction de la fameuse fabrique de Sidi Yahia⁷⁷⁻⁷⁸.

Conclusion : la contribution des ingénieurs mathématiciens du XIX^e siècle

Les éléments retrouvés dans les archives d'Albert Ribaucour confirment l'importance de la correspondance dans le développement de l'activité mathématique au XIX^e siècle. Tout comme pour Eugène Dewulf, ces éléments laissent apparaître la frustration des « ingénieurs mathématiciens » de ne pas pouvoir consacrer plus de temps à l'activité mathé-

matique. Par ailleurs, ils permettent d'avoir une idée sur les conditions de la recherche mathématique en Algérie à cette époque. Néanmoins, ces éléments ne permettent pas de cerner avec précision les rapports d'Albert Ribaucour avec la ville de Béjaïa. Une analyse détaillée de sa correspondance permettrait probablement de mettre en évidence des éléments nouveaux, notamment relatifs à ses travaux d'ingénieur.

D'un autre côté, Ribaucour a fait partie de cette catégorie des ingénieurs savants qui, au-delà de leur activité professionnelle identifiée, ont participé à l'activité mathématique, en obtenant des résultats significatifs et en les publiant dans des revues spécialisées (pour Ribaucour, c'était: *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences de Paris*, *Journal de Liouville*, etc.), en faisant partie de sociétés savantes, etc.

Si le XIX^e siècle a été celui de la professionnalisation des mathématiques avec la naissance de la figure de l'universitaire, il convient de ne pas oublier tous ces ingénieurs mathématiciens qui, sans en faire une activité à plein temps, ont contribué significativement au développement de la discipline.

75. [Bibliothèque de l'École polytechnique, Lettre de 1892].

76. Cette affirmation prouve qu'en 1892, il existait encore des panthères en Kabylie. Le dernier lion de l'Atlas a été tué en 1912 à Aokas (25 Km de Béjaïa).

77. [De Galland, 1895, 13].

78. Yahia Abu Zakariya Zwawi (mort en 1215) a fait partie des « princes de la science » à Béjaïa au moment du séjour du mathématicien Léonardo Fibonacci [Aïssani, 1994].

Bibliographie

Sources primaires

Bianchi, Luigi, (1907). « Mémoire sur la théorie des transformations des surfaces applicables sur les quadriques générales ». *Mémoires des savants étrangers*, XXXIV, n° I, 1-274.

—, (1928). *Congruenze di sfere di Ribaucour e superficie di Peterson*, Bologna, Zanichelli.

Bläcklund, Albert Victor, (1883). « Om ytor med konstant negativ krökning ». *Lunds universitets Arsskrift*, XIX.

Bonnet, Pierre-Ossian, (1855). « Observation sur les surfaces minima ». *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, XLI, 1057-1060.

Brisse, Charles, (1874). « Exposition analytique de la théorie des surfaces », *Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure*, 3, 87-146.

Catalan, Eugène, (1855). « Mémoire sur les surfaces dont les rayons de courbure en chaque point sont égaux et de signes contraires », *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, XLI, 1155.

—, (1870). « Remarques sur une note de M. Darboux relative à la surface des centres de courbure d'une algébrique ». *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, LXXI, 50-60.

Darboux, Gaston, (1869). « Sur une nouvelle série de systèmes orthogonaux algébriques ». *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, LXIX, 392-394.

—, (1887). « Leçons sur la théorie générale des surfaces ». Première partie, Paris.

—, (1889). « Leçons sur la théorie générale des surfaces ». Deuxième partie, Paris.

—, (1894). « Leçons sur la théorie générale des surfaces ». Troisième partie, Paris.

—, (1896). « Leçons sur la théorie générale des surfaces ». Quatrième partie, Paris.

—, (1904). « Etude sur le développement des méthodes géométriques ». *Bulletin des sciences mathématiques*, 39, 253.

Dewulf, Eugène, (1877). « Lettre di Eugène Dewulf a Luigi Cremona in la corripendenza di Luigi Cremona ». Nastasi (P. ed.), *Quaderni della Rivista di Storia della Scienza*, 23 (1992), 11-75.

Frenet, Jean-Frédéric, (1853). « Sur la théorie analytique des surfaces ». *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences*, Lyon, Belles – lettres et Arts, 3, 477-510.

—, (1873). *Recueil d'exercices sur le calcul infinitésimal*. Paris.

D'Ocagne, Maurice, (1913). « Un ingénieur et géomètre polytechnicien, Albert Ribaucour ». *Bulletin de la Société des amis de l'École polytechnique*, 61-76.

Reguis, M., (1893). « Notice sur le port de Bougie ». *Atlas des ports de France*, 681-694.

Ribaucour, Albert, (1868). « Sur une propriété des surfaces enveloppes de sphères ». *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, LXVII, 1334-1338.

—, (1881). « Etude des élassoïdes ou surfaces à courbure moyenne nulle ». Académie Royale de Belgique, *Mémoires couronnés*, XLIV, 1-236.

—, (1891a). « Mémoire sur la théorie générale des surfaces courbes ». *Journal de mathématiques pures et appliquées*, VII, 5-108 et 219-270.

—, (1891b). « Sur les systèmes cycliques », *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 113, 304-307 et 324-326.

—, (1893). « Chapitre v et vi du rapport Salva sur le port de Philippeville ». *Atlas des ports de France*, 861-932.

Salva, Auguste, (1893). « Notice sur le port de Philippeville ». *Atlas des ports de France*, 753-932.

Senff, Carl Edouard, (1831). « *Theoremata principalia e theoria curvarum et superficierum* », Dorpat, J. C. Schünmann, Typographi Academici.

Serret, Joseph Alfred, (1851). « Sur quelques formules relatives à la théorie des courbes à double courbure ». *Journal de mathématiques pures et appliquées*, XVI, 193-207.

Tzitzeica, Georges, (1923). Géométrie différentielle projective des réseaux, Bucarest.

Sources secondaires

Aïssani, Djamil, (1994). « *The mathematics in the Medieval Bougie and Fibonacci* » in *Leonardo Fibonacci: Il tempo, le opere, l'eredita scientific*, Pisa, Marcello Morelli et Marco Tanageroni Ed., IBM - Pacini Ed., 67-82.

—, (1996a). « Le mathématicien Eugène Dewulf et les manuscrits médiévaux du Maghreb », *Historia Mathematica*, 23, 257-268.

—, (1996b). « Quelques éléments sur l'activité éditoriale de Gauthier-Villars entre 1873 et 1885 ». *Musée du Forum Math*, <http://www.GautierVillars.fr/>, 1-2.

—, (2000). « Le séjour algérien du célèbre mathématicien François Arago (1808-1809) ». Actes de la rencontre des mathématiciens algériens (dans le cadre du *WMY 2000* – Année mondiale des mathématiques), Alger, Société algérienne de mathématiques éditions, 1-6.

Augarde, Jacques, (1990). *Bougie: un rêve Kabyle*. Collection : Français d'ailleurs.

Jongmans, F., (1981). « Quelques pièces choisies dans le correspondance d'Eugène Catalan ». *Bulletin de la Société des sciences de Liège*, 50, 287-309.

Lumiste, Ülo, (1987). *Differential geometry* (Diferentsiaalgeomeetria), Teine, täiendatud trükk, Kirjastus Valgus.

Peiffer, Jeanne, (1998). « Faire des mathématiques par lettres ». *Revue d'histoire des mathématiques*, 4.

Rouxel, Bernard, (1980). « L'œuvre mathématique d'Albert Ribaucour ». *Archive For History of Exact Sciences*, 23, 159-177.

Struik, D.J., (1975). « Ribaucour Albert ». *Dictionary of Scientific Biography*, 398.

Verdier, Norbert, « Jean-Frédéric Frenet (1816-1900) à Lyon, Géométrie différentielle & calcul infinitésimal pour des élèves d'hier et d'aujourd'hui », 14^e CNRIUT, Lyon, 29-30 mai 2008. [Colloque national avec actes et comité de lecture], voir <http://liris.cnrs.fr>

Sources Archivistiques

PARIS :

– Archives de l'École polytechnique : Dossier Ribaucour : Lettres à Rouquet, Sarrau, Cosserat, Mannheim A, b 176.

– Archives de l'École polytechnique : Dossier Ribaucour : Notice sur les travaux X b 33 – 9542.

– Bibliothèque de l'Institut : Fonds Darboux : Papiers de G. Darboux (M.S. 2720), 11 lettres (1882-1893).

– Bibliothèque de l'université de Liège : Fonds Catalan : Correspondance et documents divers M.S.1307.